

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3702396号  
(P3702396)

(45) 発行日 平成17年10月5日(2005.10.5)

(24) 登録日 平成17年7月29日(2005.7.29)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

FO1K 23/10  
BO1D 53/52  
C10J 3/46  
FO2C 3/28  
FO2C 6/00

FO1K 23/10 T  
C10J 3/46 D  
FO2C 3/28  
FO2C 6/00 B  
FO2C 6/00 E

請求項の数 5 (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-81324  
(22) 出願日 平成8年4月3日(1996.4.3)  
(65) 公開番号 特開平9-268904  
(43) 公開日 平成9年10月14日(1997.10.14)  
審査請求日 平成14年3月8日(2002.3.8)

(73) 特許権者 000005441  
バブコック日立株式会社  
東京都港区浜松町二丁目4番1号  
(74) 代理人 100066979  
弁理士 鶴沼 辰之  
(72) 発明者 上田 俊之  
広島県呉市宝町6番9号  
バブコック日立株式会社 呉  
工場内  
審査官 植村 貴昭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 石炭ガス化複合発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

酸素又は酸素を主成分とするガス化剤により石炭を石炭ガス化炉でガス化し、そのガスを湿式の脱硫設備により脱硫する際に、発生するH<sub>2</sub>S含有排ガスを焼却炉で焼却し、その燃焼により発生する燃焼ガスを石灰石と反応させることにより石炭中の硫黄分を石膏として回収する石炭ガス化複合発電装置において、石炭ガス化炉の起動時に発生する排ガスを前記焼却炉に導く導入手段を備えたことを特徴とする石炭ガス化複合発電装置。

【請求項2】

酸素又は酸素を主成分とするガス化剤により石炭を石炭ガス化炉でガス化し、そのガスを湿式の脱硫設備により脱硫する際に、発生するH<sub>2</sub>S含有排ガスを焼却炉で焼却し、その燃焼により発生する燃焼ガスを石灰石と反応させることにより石炭中の硫黄分を石膏として回収する石炭ガス化複合発電装置において、石炭ガス化炉の起動時に発生する排ガスを前記焼却炉に導き、その排ガス中の硫黄分も石膏として回収することを特徴とする石炭ガス化複合発電装置。

【請求項3】

酸素又は酸素を主成分とするガス化剤により石炭を石炭ガス化炉でガス化し、そのガスを湿式の脱硫設備により脱硫する際に、発生するH<sub>2</sub>S含有排ガスを焼却炉で焼却し、その燃焼により発生する燃焼ガスを石灰石と反応させることにより石炭中の硫黄分を石膏として回収する石炭ガス化複合発電装置において、前記焼却炉の排ガスの排熱を利用して前記脱硫設備の吸収液再生塔の再生熱源となる水蒸気を発生させる再生用蒸気発生手段と、こ

10

20

の再生用蒸気発生手段で発生した水蒸気を前記吸収液再生塔の熱源部に送る手段を備えたことを特徴とする石炭ガス化複合発電装置。

【請求項 4】

酸素又は酸素を主成分とするガス化剤により石炭を石炭ガス化炉でガス化し、そのガスを湿式の脱硫設備により脱硫する際に、発生する  $H_2S$  含有排ガスを焼却炉で焼却し、その燃焼により発生する燃焼ガスを石灰石と反応させることにより石炭中の硫黄分を石膏として回収する石炭ガス化複合発電装置において、前記焼却炉の排ガスの排熱を利用して吸収液再生塔の再生熱源となる水蒸気を得、その水蒸気を前記湿式脱硫設備の吸収液再生用熱源として使用することを特徴とする石炭ガス化複合発電装置。

【請求項 5】

請求項 1 又は 2、及び請求項 3 又は 4 の特徴を有する石炭ガス化複合発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は高効率、かつ環境保全性に優れた石炭ガス化複合発電装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 2 は従来の、湿式脱硫設備及び硫黄回収設備を用いる石炭ガス化複合発電装置の構成の一例を示すフロ - シ - トである。該図に示される装置は、本願発明者の発明である「石炭ガス化プラントの硫黄回収方法及び装置」(特開平 6 - 293888 号公報)に記載の実施例である。

空気分離装置 1 においては、空気圧縮機 3 に吸入された空気 2 が、熱交換機 4 を経て精留塔 5 内で窒素 7 と酸素 6 に分離される。この酸素 6 をガス化剤として、石炭ホッパ 9 から供給される石炭 8 は石炭ガス化炉 10 にてガス化され、 $CO$  及び  $H_2$  を主成分とする粗生成ガス 11 を生成する。粗生成ガス 11 は熱回収ボイラ 12 により冷却され、脱塵装置 13 を経て脱  $H_2S$  塔 14 に供給される。脱  $H_2S$  塔 14 では、吸収液により粗生成ガス 11 中の  $H_2S$ 、 $CO_S$  等の硫黄化合物がガスタ - ビン 16 の許容濃度以下まで除去される。精製されたガス 15 はガスタ - ビン 16 に送られ、発電機 20 で発電が行われる。ガスタ - ビン 16 からの燃焼排ガスは排熱回収ボイラ 17 にて熱回収された後、煙突 18 より大気に放出される。このボイラ 17 で得られた蒸気 31 は、熱回収ボイラ 12 で得られる蒸気 31 とともに蒸気タ - ビン 19 に送られ、発電機 20 で発電が行われる。

【0003】

脱  $H_2S$  塔 14 で  $H_2S$ 、 $CO_S$  等の硫黄化合物を吸収した吸収液は再生塔 21 に送られ、吸収液の熱分解による劣化を防ぐため、10 気圧以下の低圧蒸気 37 により加熱することで吸収している  $H_2S$ 、 $CO_S$  を脱離し再生される。この蒸気 37 は、石炭ガス化炉に続く熱回収ボイラ 12 で得られる高圧蒸気 31 を減圧して使用する。再生塔 21 の上部より放出される再生排ガス 22 の硫黄化合物 ( $H_2S$ 、 $CO_S$ ) の濃度は、約 30 vol% 程度となる。

【0004】

再生排ガス 22 は焼却炉 24 に導かれ、再生排ガス 22 中の硫黄化合物は空気 23 により二酸化硫黄に酸化される。焼却炉 24 では火炎を安定に保つため、油、LPG 等の助燃料 32 が常に燃焼される。焼却炉 24 で発生する燃焼排ガス 25 は温度が 500 ~ 1000 のガスであり、かつ数 vol% の  $SO_2$  を含むため、熱交換器 26 で水蒸気 31a による熱回収を行った後、吸収塔 27 に導かれる。吸収塔 27 では石灰石スラリー - 28 と燃焼排ガス 25 を接触させることにより、燃焼排ガス 25 に含まれる  $SO_2$  は、煙突 18 出口のプラント排ガス 44 中の  $SO_2$  含有量が環境規制値以下となるまで吸収除去される。吸収塔 27 の下部からは石灰石スラリー - 28 が  $SO_2$  と反応することにより生成する亜硫酸カルシウム 42 が抜出される。次に酸化塔 41 に導かれ空気 40 により酸化されて硫酸カルシウム 43 となる。硫酸カルシウム 43 はシックナ - 29 に送られ、脱水された後、石膏 30 が回収される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 5 】

ガス化炉起動時には、ガス化炉 1 0 に石炭を投入する前に、ガス化炉 1 0 から脱塵装置 1 3 の間をガス中の水分が凝縮しなくなる温度まで昇温する必要がある。このため補助燃料 4 5 を燃焼させることにより得られる高温の燃焼ガスを、ガス化炉 1 0 から脱塵装置 1 3 に通す。この補助燃料 4 5 の燃焼によって生成されるガス化炉起動時排ガス 3 5 は、切替弁 3 3 及び 3 4 の操作により煙突 1 8 から大気中に放出する。上記補助燃料 4 5 には通常の高圧下でのガス化運転時に使用した場合でも相変化のない液体燃料、すなわち重油、軽油等が通常用いられてい

## 【 0 0 0 6 】

る。

10

## 【 発明が解決しようとする課題 】

前記の従来技術において、以下の点が課題とされていた。

1 . 石炭ガス化炉 1 0 から脱塵装置 1 3 の間は、生成した石炭ガス 1 1 中の水分が凝縮するのを防ぐために、ガス化炉起動時には補助燃料 4 5 を燃焼した燃焼ガスの熱を用いて昇温する。この際に補助燃料 4 5 として燃焼される前記液体燃料には通常硫黄分が含まれるため、燃焼排ガス 3 5 には  $\text{SO}_2$  が含まれる。湿式脱硫設備の吸収液は  $\text{SO}_2$  の吸収も可能であるので、燃焼ガスを脱  $\text{H}_2\text{S}$  塔 1 4 に通すことにより脱硫を行うことはできるが、その場合吸収した  $\text{SO}_2$  を脱離して吸収液を再生することは困難であり、 $\text{SO}_2$  を吸収した分本来の用途である  $\text{H}_2\text{S}$  の吸収性能が減少することが問題となる。このため従来装置においては、起動時の燃焼排ガス 3 5 を脱  $\text{H}_2\text{S}$  塔 1 4 をバイパスさせ煙突 1 8 から大気へ

20

放出させていた。従って起動時排ガス 3 5 の脱硫は行われず、装置起動時の環境保全性は好ましいとはいえない。また起動時の補助燃料 4 5 に高硫黄分の燃料を用いた場合には、起動時には環境規制値を満足できない可能性もあり、燃料の性状によってはガス化炉起動時の排ガス中の  $\text{SO}_2$  を除去するための装置が別途必要になる。

## 【 0 0 0 7 】

2 . 吸収液の再生塔 2 1 での吸収液加熱用の蒸気 3 7 は、吸収液の熱分解を避けるため吸収液の沸点以下であり、かつできるだけ低温の蒸気を用いることが望ましく通常約 2 0 0 程度とすべきである。従来装置では、湿式脱硫設備の吸収液を再生するのに必要な低圧蒸気として、熱回収ボイラ 1 2 で発生する高圧蒸気 3 1 の一部を減圧して使用するため

30

、高圧蒸気を利用した蒸気タ - ビン 1 9 における発電の効率低下を招いていた。

## 【 0 0 0 8 】

本発明の目的は従来技術における上記の課題を解決し、環境保全性に優れ、かつ高効率の石炭ガス化複合発電装置を提供するにある。

## 【 0 0 0 9 】

## 【 課題を解決するための手段 】

上記目的は、酸素又は酸素を主成分とするガス化剤により石炭を石炭ガス化炉でガス化し、そのガスを湿式の脱硫設備により脱硫する際に、発生する  $\text{H}_2\text{S}$  含有排ガスを焼却炉で焼却し、その燃焼により発生する燃焼ガスを石灰石と反応させることにより石炭中の硫黄分を石膏として回収する石炭ガス化複合発電装置において、石炭ガス化炉の起動時に発生する排ガスを前記焼却炉に導く導入手段を備えたことを特徴とする石炭ガス化複合発電装置により達成される。

40

## 【 0 0 1 0 】

上記目的はまた、酸素又は酸素を主成分とするガス化剤により石炭を石炭ガス化炉でガス化し、そのガスを湿式の脱硫設備により脱硫する際に、発生する  $\text{H}_2\text{S}$  含有排ガスを焼却炉で焼却し、その燃焼により発生する燃焼ガスを石灰石と反応させることにより石炭中の硫黄分を石膏として回収する石炭ガス化複合発電装置において、石炭ガス化炉の起動時に発生する排ガスを前記焼却炉に導き、その排ガス中の硫黄分も石膏として回収することを特徴とする石炭ガス化複合発電装置により達成される。

ガス化炉起動時の燃焼排ガスを脱  $\text{H}_2\text{S}$  塔をバイパスさせて前記焼却炉に導くことにより

50

、起動時の排ガス中の $\text{SO}_2$ の除去が可能となり環境保全性は保たれる。

【0011】

上記目的はまた、酸素又は酸素を主成分とするガス化剤により石炭を石炭ガス化炉でガス化し、そのガスを湿式の脱硫設備により脱硫する際に、発生する $\text{H}_2\text{S}$ 含有排ガスを焼却炉で焼却し、その燃焼により発生する燃焼ガスを石灰石と反応させることにより石炭中の硫黄分を石膏として回収する石炭ガス化複合発電装置において、前記焼却炉の排ガスの排熱を利用して前記脱硫設備の吸収液再生塔の再生熱源となる水蒸気を発生させる再生用蒸気発生手段と、この再生用蒸気発生手段で発生した水蒸気を前記吸収液再生塔の熱源部に送る手段を備えたことを特徴とする石炭ガス化複合発電装置により達成される。

【0012】

上記目的はまた、酸素又は酸素を主成分とするガス化剤により石炭を石炭ガス化炉でガス化し、そのガスを湿式の脱硫設備により脱硫する際に、発生する $\text{H}_2\text{S}$ 含有排ガスを焼却炉で焼却し、その燃焼により発生する燃焼ガスを石灰石と反応させることにより石炭中の硫黄分を石膏として回収する石炭ガス化複合発電装置において、前記焼却炉の高温排ガスの排熱を利用して吸収液再生塔の再生熱源となる水蒸気を得、その水蒸気を前記湿式脱硫設備の吸収液再生用熱源として使用することを特徴とする石炭ガス化複合発電装置により達成される。

【0013】

焼却炉出口の排ガス温度は、石炭の組成や湿式ガス精製設備（脱 $\text{H}_2\text{S}$ 塔、再生塔等）の運転条件により異なるが、通常約 $500 \sim 1000$  となる。吸収塔に入る前記排ガスの温度は低いほど脱硫効果が高く経済的であるため、焼却炉出口の燃焼排ガスは、再生用蒸気発生手段によってその排熱が回収されて冷却される。その排熱回収で発生する蒸気の温度は任意に選定できる。そこで、再生用蒸気発生手段で発生させる蒸気温度を吸収液再生塔の再生熱源温度とする。通常は $150$  から $250$  の範囲、特に $200$  程度とし、その蒸気を吸収液再生塔での吸収液加熱再生用熱源として用いることで、発電のため必要となる高圧蒸気を一部減圧する等の措置を講ずることなく、経済的な蒸気系統を構成することができる。

【0014】

上記目的はまた、上記の特徴を組み合わせた石炭ガス化複合発電装置により達成される。

【0015】

【発明の実施の形態】

次に本発明を具体例によって説明する。図1は湿式脱硫設備及び硫黄回収設備を用いる石炭ガス化複合発電システムの構成の一例を示すフロ-シ-トである。空気分離装置1にて空気2から分離される酸素6をガス化剤として、石炭9は石炭ガス化炉10にてガス化され、 $\text{CO}$ 及び $\text{H}_2$ を主成分とする粗生成ガス11を生成する。粗生成ガス11は熱回収ボイラ12により冷却され、脱塵装置13を経て脱 $\text{H}_2\text{S}$ 塔14に供給される。脱 $\text{H}_2\text{S}$ 塔14では、吸収液により粗生成ガス11中の $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{COS}$ 等の硫黄化合物がガスタ-ビン16の許容濃度以下まで除去される。精製されたガス15はガスタ-ビン16に送られ、発電が行われ、ガスタ-ビン16からの燃焼排ガスは排熱回収ボイラ17にて冷却されると同時に高圧蒸気31を回収し、煙突18より大気に放出される。ここで得られた蒸気は、熱回収ボイラ12で得られる蒸気31とともに蒸気タ-ビン19に送られ、発電が行われる。

【0016】

脱 $\text{H}_2\text{S}$ 塔14で $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{COS}$ 等の硫黄化合物を吸収した吸収液は再生塔21に送られ、再生用蒸気37により加熱することで吸収している $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{COS}$ を脱離し再生される。再生排ガス22は焼却炉24に導かれ、再生排ガス22中の硫黄化合物は空気23により二酸化硫黄に酸化される。焼却炉24では、火炎を安定にたもつため油、LPG等の助燃料32が常に燃焼される。焼却炉24で発生する燃焼排ガス25は、温度が $500 \sim 1000$  のガスであり、かつ数vol%の $\text{SO}_2$ を含むため、高圧蒸気発生手段である熱交換器26で $150 \sim 250$  (5気圧 $\sim$ 40気圧)の水蒸気を発生させて冷却した後、吸収塔

10

20

30

40

50

27に導かれる。吸収塔27では石灰石スラリー-28と燃焼排ガス25を接触させることにより燃焼排ガス25に含まれるSO<sub>2</sub>が、煙突18出口のプラント排ガス44中のSO<sub>2</sub>含有量が環境規制値以下となるまで吸収除去される。吸収塔27の下部からは石灰石スラリー-28がSO<sub>2</sub>と反応することにより生成する亜硫酸カルシウム42が抜き出され、次に酸化塔41に導かれ、そこで空気40により酸化されて硫酸カルシウム43となる。硫酸カルシウム43は、シックナ-29に送られ、脱水された後、石膏30が回収される。

#### 【0017】

ガス化炉起動時には、石炭ガス化炉10で補助燃料45の重油又は軽油を空気又は酸素で燃焼させて高温の燃焼ガスを得、石炭ガス化炉10から脱塵装置13の間の昇温及び昇圧を行なう。この際の燃焼排ガス35は、切替弁33及び34を操作することにより脱H<sub>2</sub>S塔14をバイパスさせて焼却炉24に通す。焼却炉24では補助燃料32を空気により燃焼させておく。焼却炉出口のSO<sub>2</sub>を含む燃焼排ガス25は、熱交換器26で冷却後、石灰石による脱硫を行なう吸収塔27に導く。これにより、起動時の排ガス35中のSO<sub>2</sub>の除去が可能となる。また石炭ガス化炉10から脱塵装置13間の昇温が終了後、ガス化炉10への石炭投入開始時には、排出ガス中の硫黄分はSO<sub>2</sub>からH<sub>2</sub>Sと変化するが、この場合においても焼却炉24でH<sub>2</sub>SがSO<sub>2</sub>に酸化されるため、ガス化炉燃料切替時においても排出ガス中の硫黄分は脱硫され、環境保全性は保たれる。燃焼排ガス25中のSO<sub>2</sub>は吸収塔27で石灰石スラリー-と反応し、石膏30が回収される。

#### 【0018】

焼却炉24から排出された燃焼排ガス25は、前記の如く熱交換器26によって熱交換が行われて焼却熱が回収され、その回収により水蒸気37を生成する。ここで36はボイラ水、38はボイラ水循環ポンプ、39はスチ-ムドラムである。この蒸気37の温度を略200に設定し、焼却炉24で発生した熱エネルギーを再生塔21での吸収液加熱再生用熱源として用いる。これにより、発電のため必要となる高圧蒸気31を一部減圧する等の措置を講ずる必要がなくなる。

#### 【0019】

本発明の他の具体例としては、石炭のガス化剤として酸素の代わりに空気を用いる方式、ガスタ-ピンの代わりに燃料電池を用いる方式等があげられる。

#### 【0020】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、ガス化炉起動時に発生する硫黄酸化物の大気中への放出量を脱硫装置を通過させることなく大幅に減少させ、石炭ガス脱硫能力を損なうことなく環境保全性に優れた装置を実現する。さらに、系内で回収された高圧蒸気のエネ-ルギ-損失を減少させ、より高い発電効率を得ることが可能になり、経済的な石炭ガス化複合発電装置を提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る石炭ガス化複合発電装置の構成図である。

【図2】従来の石炭ガス化複合発電装置の構成図である。

##### 【符号の説明】

- 1 空気分離装置
- 8 石炭
- 10 ガス化炉
- 11 粗生成ガス
- 12 熱回収ボイラ
- 14 脱H<sub>2</sub>S塔
- 21 再生塔
- 22 再生排ガス
- 24 焼却炉
- 25 燃焼排ガス
- 26 熱交換器

10

20

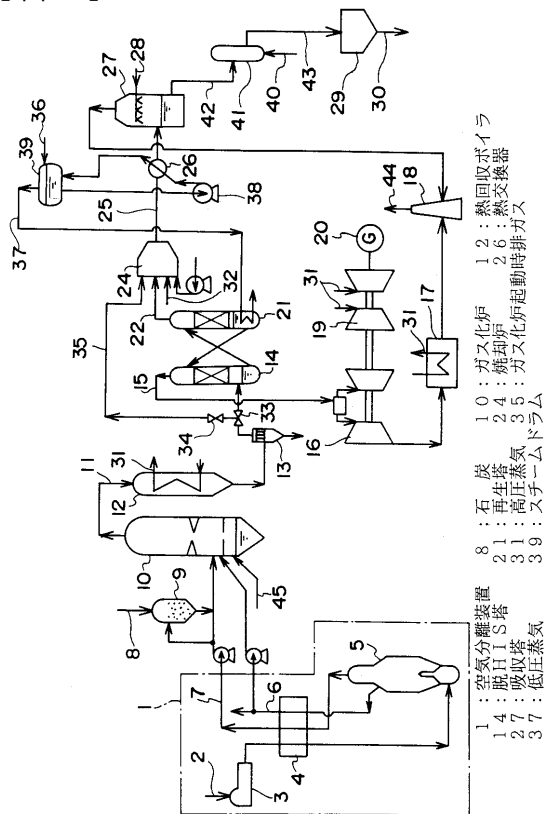
30

40

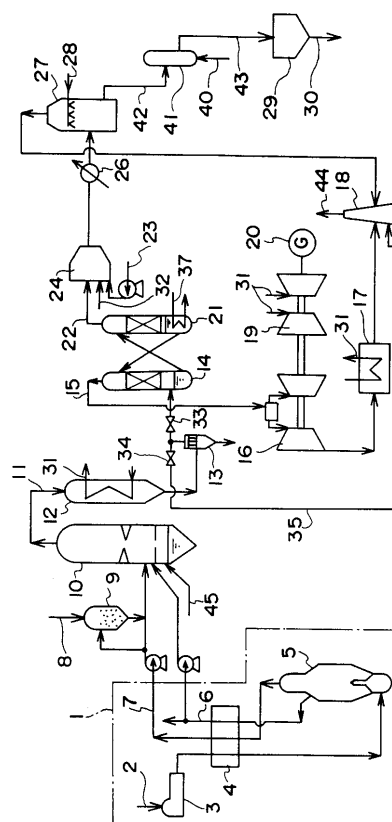
50

- 27 吸収塔
- 29 シックナ -
- 31 高压蒸気
- 37 低压蒸気
- 39 スチ - ムドラム
- 41 酸化塔
- 45 起動時燃料

【 図 1 】



【 図 2 】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>		F I		
F 0 2 C	6/18	F 0 2 C	6/18	A
F 2 2 B	1/18	F 2 2 B	1/18	D
		B 0 1 D	53/34	1 2 6

- (56) 参考文献 特開平 0 7 - 2 5 1 0 2 4 ( J P , A )  
特開昭 6 1 - 1 1 4 0 0 9 ( J P , A )  
特開昭 6 2 - 1 8 2 4 4 3 ( J P , A )  
特開平 0 4 - 3 4 7 3 3 4 ( J P , A )  
実開平 0 5 - 0 3 8 3 3 2 ( J P , U )  
特開平 0 4 - 0 8 1 5 2 6 ( J P , A )

(58) 調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B 名)

F01K 23/10  
B01D 53/52  
C10J 3/46  
F02C 3/28  
F02C 6/00  
F02C 6/18  
F22B 1/18